



TUGAS AKHIR - TM 145502

**ANALISA KELAYAKAN UMUR PAKAI MINYAK PELUMAS
FEDERAL OIL ULTRATEC SAE 20W-50 BERDASARKAN
VISKOSITAS KINEMATIK DAN TOTAL BASE NUMBER PADA
SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA X 125**

**Gede Novantara Nugraha
NRP. 10211500000019**

**Dosen Pembimbing :
Ir. Suhariyanto, MT.
NIP. 19620424 198903 1 005**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



TUGAS AKHIR - TM 145502

**ANALISA KELAYAKAN UMUR PAKAI MINYAK PELUMAS
FEDERAL OIL ULTRATEC SAE 20W-50 BERDASARKAN
VISKOSITAS KINEMATIK DAN TOTAL BASE NUMBER PADA
SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA X 125**

**Gede Novantara Nugraha
NRP. 10211500000019**

**Dosen Pembimbing :
Ir. Suhariyanto, MT.
NIP. 19620424 198903 1 005**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT - TM 145502

**ANALYSIS THE LIFETIME ELIGIBILITY LUBRICANT
FEDERAL OIL ULTRATEC SAE 20W-50 BASED
KINEMATIC VISCOSITY AND TOTAL BASE NUMBER ON
HONDA SUPRA X 125 MOTORCYCLE**

**Gede Novantara Nugraha
NRP. 10211500000019**

**Counsellor Lecturer :
Ir. Suhariyanto, MT.
NIP. 19620424 198903 1 005**

**DIPLOME III MECHANICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING INDUSTRY
Faculty of Vocation
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018**

**ANALISA KELAYAKAN UMUR PAKAI MINYAK
PELUMAS FEDERAL OIL ULTRATEC SAE 20W-50
BERDASARKAN VISKOSITAS KINEMATIK DAN
TOTAL BASE NUMBER PADA SEPEDA MOTOR HONDA
SUPRA X 125**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk memenuhi salah satu syarat

Memperoleh Gelar Ahli Madya

Pada

Bidang Studi Manufaktur

Departemen Teknik Mesin Industri

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

SURABAYA

Oleh :

Gede Novantara Nugraha

NRP. 10211500000019

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



SURABAYA, JULI 2018

**ANALISA KELAYAKAN UMUR PAKAI MINYAK
PELUMAS FEDERAL OIL ULTRATEC SAE 20W-50
BERDASARKAN VISKOSITAS KINEMATIK DAN TOTAL
BASE NUMBER PADA SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA X
125**

Nama Mahasiswa : Gede Novantara Nugraha
NRP : 10211500000019
Jurusan : Dept. Teknik Mesin Industri FV-its
Dosen Pembimbing : Ir. Suhariyanto, MT.
Abstrak

Terdapat banyak sekali parameter untuk menentukan apakah suatu pelumas sepeda motor masih layak dipakai atau tidak. Akan tetapi, para pengguna sepeda motor pada umumnya hanya berpedoman pada jarak tempuh sepeda motor (2000 – 3000) km atau pada waktu pemakaian (2 – 3) bulan baru akan mengganti pelumas sepeda motornya. Hal tersebut direkomendasikan karena lebih efisien dan tidak menguras biaya untuk melakukan pengujian. Akan tetapi hal tersebut terkadang tidak diterapkan dengan baik ataupun dan tidak relevan. Maka dari itu perlu dilakukan pengujian berdasarkan viskositas kinematik dimana syarat kelayakan pakai pelumas adalah viskositas kinematik tidak boleh kurang 50% dari viskositas pelumas baru. Dan total base number tidak boleh kurang dari 2 mgKOH/gr. Pada tugas akhir kali ini akan dilakukan pengujian viskositas kinematik dan juga pengujian total base number dengan menggunakan variasi jarak tempuh 0 Km, 2500 Km, dan 3000 Km

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa semakin panjang jarak yang ditempuh minyak pelumas mengalami penurunan viskositas kinematiknya dari 0 km yaitu 154,02 cSt turun 103,42 cSt pada 2500 km dan 90,36 cSt km pada 3000 km namun pada jarak 3000 km minyak pelumas tersebut belum mencapai kurang dari 50% dari viskositas kinematik minyak pelumas yang baru. Sama halnya dengan viskositas kinematik, total base number juga mengalami

penurunan dari 0 km yaitu 8,79 mgKOH/g turun 5,12 mgKOH/g pada 2500 km dan 4,23mgKOH/g pada 3000km, dan di 3000 km nilai basanya masih diatas 2 mgKOH/g dan menurut perhitungan ekstrapolasi viskositas kinematiknya minyak pelumas kurang dari 50% viskositas kinematik minyak pelumas awalnya ketika jarak tempuh mencapai 3588 km dan nilai basanya kurang dari 2 ketika jarak tempuh mencapai 4264 km

Kata kunci : viskositas kinematik , total base number, jarak tempuh

**ANALYSIS THE LIFETIME ELIGIBILITY LUBRICANT
FEDERAL OIL ULTRATEC SAE 20W-50 BASED
KINEMATIC VISCOSITY AND TOTAL BASE NUMBER ON
HONDA SUPRA X 125 MOTORCYCLE**

Name : Gede Novantara Nugraha
NRP : 10211500000019
Major : Dept. Teknik Mesin Industri FV-its
Counsellor Lecturer : Ir. Suhariyanto, MT.
Abstract

There are many parameters to determine whether a motorcycle lubricant is still feasible to use or not. However, motorcycle users are generally only guided by the distance of motorcycle (2000 - 3000) km or at the time of use (2 - 3) months, will replace the motorcycle lubricant. It is recommended because it is more efficient and does not cost the test. However, it is sometimes not applied properly or irrelevantly. Therefore, it is necessary to test based on kinematic viscosity wherein the requirement of lubricant use is kinematic viscosity should not be reduced 50% from new lubricant viscosity. And the total base number should not be less than 2 mgKOH / gr. In this final project will be tested kinematic viscosity and also test total base number by using variation of distance 0 km, 2500km, and 3000km

The test results show that the longer the distance traveled by the lubricating oil decreases its kinematic viscosity from 0 km which is 154.02 cSt down 103.42 cSt at 2500 km and 90.36 cSt km at 3000 km but at a distance of 3000 km the lubricating oil has not reached less than 50% of the new kinematic viscosity of lubricating oil. As with kinematic viscosity, the total base number also decreased from 0 km, which was 8.79 mgKOH / g down 5.12 mgKOH / g at 2500 km and 4.23mgKOH / g at 3000km, and at 3000 km the base value was still above 2 mgKOH / g and according to extrapolation calculations the kinematic viscosity of lubricating oil is less than 50% of the kinematic viscosity of the original lubricating oil when

the distance reaches 3588 km and its base value is less than 2 when the distance reaches 4264 km

Keyword : Kinematic Viscosity, Total Base Number, Distance

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, serta atas segala Rahmat dan Karunia-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan penelitian yang berjudul :

**“ANALISA KELAYAKAN UMUR PAKAI MINYAK
PELUMAS FEDRAL OIL ULTRATEC SAE 20W-50
BERDASARKAN VISKOSITAS KINEMATIK DAN
TOTAL BASE NUMBER PADA SEPEDA MOTOR HONDA
SUPRA X 125”**

dapat diselesaikan dengan baik.

Laporan ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi Departemen Teknik Mesin Industri untuk bisa dinyatakan lulus dengan mendapatkan gelar Ahli Madya.

Kiranya penulis tidak akan mampu menyelesaikan Penelitian ini tanpa bantuan, saran, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Suhariyanto, MT. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan ide, arahan, bimbingan dan motivasi selama pengerjaan penelitian ini.
2. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT. Selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Industri VOKASI-ITS.
3. Bapak Ir. Joko Sarsetyanto, MT selaku Dosen Wali selama di Departemen Teknik Mesin Industri.
4. Tim Dosen Penguji yang telah banyak memberikan saran dan masukan guna kesempurnaan Penelitian ini.
5. Orang tua tercinta Bapak dan Ibu serta Adek yang selalu memberikan semangat, doa ,serta dukungan dalam bentuk apapun.

6. Made Siti selaku nenek yang selalu memberi semangat, doa, serta dukungan dalam bentuk apapun
7. Tim penguji LPPM ITS Surabaya yang telah membantu pengujian dan memberi masukan untuk penelitian.
8. Dede Darwaman selaku teman TA pelumasan dalam pengerjaan tugas akhir kali ini.
9. Teman-teman D3MITS 2015 yang telah banyak membantu secara moril dan materiil.
10. Teman-teman D3MITS 2016 dan D3MITS 2014++ atas kerjasama yang terjalin selama ini.
11. Serta Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Penelitian ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari berbagai pihak, yang dapat mengembangkan Penelitian ini menjadi lebih baik. Akhir kata, semoga Penelitian ini bermanfaat bagi pembaca dan mahasiswa, khususnya mahasiswa Program studi D3 Departemen Teknik Mesin Industri.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------|-------------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | iii |
| ABSTRAK..... | iv |
| ABSTRACT | vi |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xiv |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|---|---|
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan..... | 2 |
| 1.5 Manfaat | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan Laporan | 3 |

BAB II DASAR TEORI

| | |
|---|----|
| 2.1 Pelumasan | 5 |
| 2.2 Sifat Minyak Pelumas | 5 |
| 2.3 Karakteristik Pelumas | 7 |
| 2.3.1 Viskositas Pelumas dan Unit Viskositas | 7 |
| 2.3.2 Pengukuran Viskositas | 10 |
| 2.3.3 Index Viskositas..... | 11 |
| 2.4 Penggunaan Minyak Pelumas pada Motor Bensin | 12 |
| 2.5 Cara-Cara Pelumasan | 14 |
| 2.5.1 Sistem Pelumasan Campur..... | 14 |
| 2.5.2 Sistem Pelumasan Autolube..... | 15 |
| 2.5.3 Sistem Pelumasan Percik | 16 |
| 2.5.4 Sistem Pelumasan Tekan | 17 |
| 2.6 Jenis-Jenis Minyak pelumas | 18 |
| 2.6.1 Oli Mineral..... | 18 |

| | |
|---|----|
| 2.6.2 Oli Sintetis | 20 |
| 2.6.3 Oli Semi Sintetis | 21 |
| 2.7 Standarisasi Minyak pelumas | 21 |
| 2.7.1 SAE (Society of Automotive Engineers) | 21 |
| 2.7.2 API (American Petroleum Institute) | 22 |
| 2.7.3 ISO (Internasional Standards Organization) | 23 |
| 2.7.4 JASO (Japanese Automobile Standards Organization) | 23 |
| 2.8 Pengaruh Suhu terhadap Viskositas | 23 |
| 2.9 Pengaruh Jarak Tempuh terhadap Viskositas | 24 |
| 2.10 Parameter Utama Analisa Pelumas..... | 24 |
| 2.10.1 Viskositas | 25 |
| 2.10.2 Kontaminasi Air..... | 25 |
| 2.10.3 Kontaminasi Garam | 25 |
| 2.10.4 Polutan Padat Terlarut..... | 27 |
| 2.10.5 Total Acid Number (TAN) | 27 |
| 2.10.6 Total Base Number (TBN)..... | 28 |
| 2.11 Penelitian Terdahulu..... | 29 |

BAB III METODOLOGI

| | |
|--|----|
| 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir | 31 |
| 3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Pengujian | 32 |
| 3.3 Kerangka Pengujian..... | 33 |
| 3.4 Alat dan Bahan Pengujian..... | 33 |
| 3.5 Prosedur Pengujian | 37 |
| 3.5.1 Prosedur Viskositas Kinematik | 37 |
| 3.5.2 Prosedur Total Base Number | 37 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|---|----|
| 4.1 Hasil Pengujian | 39 |
| 4.1.1 Perhitungan Viskositas Kinematik..... | 40 |
| 4.2 Viskositas Index | 41 |
| 4.2.1 Viskositas Index Jarak Tempuh 0 km | 42 |
| 4.2.2 Viskositas Index Jarak Tempuh 2500 km | 43 |
| 4.2.3 Viskositas Index Jarak Tempuh 3000 km | 44 |

| | |
|--|----|
| 4.3 Total Base Number..... | 45 |
| 4.3.1 Perhitungan Total Base Number..... | 45 |
| 4.4 Pembahasan | 47 |

BAB V PENUTUP

| | |
|---------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan..... | 49 |
| 5.2 Saran | 49 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| DAFTAR PUSTAKA | 51 |
|-----------------------------|-----------|

LAMPIRAN

| | |
|-----------------|----|
| Lampiran 1..... | 52 |
| Lampiran 2..... | 53 |
| Lampiran 3..... | 54 |
| Lampiran 4..... | 55 |
| Lampiran 5..... | 56 |
| Lampiran 6..... | 57 |

| | |
|------------------------------|-----------|
| BIODATA PENULIS | 58 |
|------------------------------|-----------|

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Teori Viskositas Pada Suatu Fluida | 7 |
| Gambar 2.2 Grafik Viskositas Kinematik Terhadap Suhu..... | 10 |
| Gambar 2.3 Sistem Pelumasan Campur..... | 15 |
| Gambar 2.4 Sitem Pelumasan Autolube | 16 |
| Gambar 2.5 Sitem Pelumasan Percik | 17 |
| Gambar 2.6 Sitem Pelumasan Tekan | 18 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir | 31 |
| Gambar 3.2 Minyak Pelumas Federal Oil Ultratec | 34 |
| Gambar 3.3 Wadah <i>Sample</i> | 34 |
| Gambar 3.4 Bath Koehler | 35 |
| Gambar 3.5 Mettler Toledo..... | 35 |
| Gambar 3.6 Pipa Kapiler..... | 36 |
| Gambar 3.7 Spuit Injeksi | 36 |
| Gambar 4.1 Grafik Viskositas Kinematik..... | 40 |
| Gambar 4.2 Viskositas Index 0 Km | 42 |
| Gambar 4.3 Visksoitas Index 2500 Km | 43 |
| Gambar 4.4 Visksoitas Index 3000 Km | 44 |
| Gambar 4.5 Grafik Total Base Number..... | 47 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 4.1 Hasil Pengujian Viskositas Kinematik | 39 |
| Tabel 2.2 Hasil Perhitungan Viskositas Index..... | 45 |
| Tabel 2.3 Hasil Pengujian Base Number..... | 45 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era modern seperti saat ini banyak kendaraan roda 2 (dua) seringkali mengalami kerusakan khususnya bagian mesin seperti piston yang mengalami kerusakan akibat pelumasan yang kurang maksimal. Kadang pengguna lupa akan waktu kapan mengganti minyak pelumas kendaraannya dan kadang mengganti minyak pelumas kendaraannya ketika suara mesin mulai kasar atau berisik ataupun sampai mengalami kerusakan.. Pelumasan pada transmisi kendaraan bermotor, dalam unjuk kerjanya minyak pelumas membentuk lapisan film oli yang memiliki fungsi sebagai lapisan pencegah kontak langsung antara permukaan logam satu dengan yang lain.

Selama ini untuk menentukan minyak pelumas sudah waktunya diganti atau belum masih berpedoman pada jarak tempuh (km) atau lamanya pemakaian untuk kendaraan bermotor. Pedoman tersebut jarang dilakukan pengecekan, apa benar jarak tempuh misalnya, 1500 km, 2500 km, 3000 km, dan sebagainya minyak pelumas harus diganti ?. Salah satu cara untuk menentukan umur pakai minyak pelumas dan untuk mengetahui kapan waktunya diganti atau belum dapat dilihat dari viskositasnya, TAN (*total acid number*), TBN (*total base number*) dan moisture. Oleh karena itu untuk mengetahui nilai dari beberapa aspek tadi perlu dilakukan pengujian yang dalam tugas akhir ini akan dilakukan pengujian viskositas dan TBN (*total base number*) terhadap jarak tempuh.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, dibuat suatu perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh jarak tempuh terhadap viskositas dan TBN (*total base number*) ?
2. Bagaimana pengaruh Viskositas dan TBN (*total base number*) terhadap kelayakan umur pakai pada minyak pelumas tersebut?
3. Bagaimana pengaruh jarak terhadap viskositas index minyak pelumas

1.3. Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini penulis menggunakan beberapa batasan masalah, diantaranya adalah :

1. Menggunakan minyak pelumas FEDERAL OIL ULTRATEC 20W 50 (800 ml).
2. Alat ukur yang digunakan untuk menguji nilai viskositas dalam penelitian ini adalah Viscometer Kinematic Bath Kohler dan alat uji TBN adalah Mettler Toledo Titrator
3. Variasi jarak tempuh penggunaan minyak pelumas adalah 0 km, 2500 km, dan 3000 km
4. Sampel minyak pelumas pada 3000 km sudah berkurang 100 ml
5. Bahan bakar tetap (Peralite)
6. Diujikan pada sepeda motor Honda Supra X 125 (4 Tak)

1.4. Tujuan

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh jarak tempuh terhadap viskositas dan TBN (*total base number*).
2. Untuk mengetahui kelayakan pakai dan kapan waktu yang tepat mengganti minyak pelumas
3. Untuk mengetahui pengaruh jarak tempuh terhadap viskositas index minyak pelumas

1.5. Manfaat

Dengan adanya Pengaruh jarak tempuh terhadap *viskositas dan TBN (total base number) federal oil ultratec sae 20w 50* pada sepeda motor honda supra x 125 ini dapat mengetahui bagaimana pengaruh jarak tempuh terhadap viskositas kinematik dan total base number dan diharapkan dapat membantu proses penggantian minyak pelumas pada sepeda motor, sehingga dalam peggantian minyak pelumas dilakukan dengan waktu yang tepat dan

1.6. Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisikan tentang : latar belakang, rumusan masalah , batasan masalah, tujuan, manfaat, sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Membahas tentang teori pelumasan, karatekteristik viskositas, cara-cara pelumasan, dan jenis minyak pelumas

BAB III METODOLOGI

Membahas tentang metode pengujian, waktu dan tempat pengujian, cara pengujian, sampai memperoleh data

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Membahas tentang hasil pengujian yang telah dilakukan dengan alat viscometer, alat uji TBN dan serta menjelaskan hasil analisa minyak pelumas tersebut

BAB V PENUTUP

Membahas tentang kesimpulan dari hasil analisis dan saran-saran penulis dalam penyusunan tugas akhir.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pelumasan

Pelumasan atau lubrication adalah cara yang dilakukan untuk mengurangi gaya gesek yang terjadi antara dua permukaan yang saling bergesekan dengan cara member minyak pelumas atau oli. Pelumas didefinisikan sebagai zat yang disisipkan diantara dua permukaan yang saling bergesekan untuk mengurangi besarnya gaya gesek yang terjadi. Gaya gesek merupakan gaya perlawanan yang terjadi akibat adanya dua permukaan yang bergesekan.

Problem besar yang dihadapi dalam perencanaan Elemen Mesin adalah bagaimana menjaga atau menghindari kehilangan daya atau energi selama terjadinya gesekan antara elemen-elemen mesin yang saling bergerak satu terhadap yang lainnya. Secara estimasi berdasarkan pengujian, kehilangan daya akibat gesekan dapat mencapai sepertiga sampai setengah dari produk daya yang dihasilkan.

Gesekan merupakan gaya perlawanan yang terjadi akibat adanya dua permukaan yang berhubungan, saling bergerak secara relative antara satu dengan lainnya. Sedangkan pelumasan adalah cara yang harus dilakukan untuk mengurangi gaya gesek yang akibat adanya dua permukaan yang saling berhubungan tersebut.

Pelumasan juga diperlukan untuk menjaga / memelihara : tingkat keausan, timbulnya panas, timbulnya pemuaian, kebersihan, sebagai pendingin dan sebagainya. Yang sangat penting tentang pelumasan adalah mendapatkan ketebalan tertentu (ketebalan minimal dari lapisan pelumas yang diperlukan), disamping itu juga harus diperhatikan viskositas minyak pelumasnya.

2.2 Sifat Minyak Pelumas

Beberapa sifat penting minyak pelumas

1. Kekentalan / viskositas

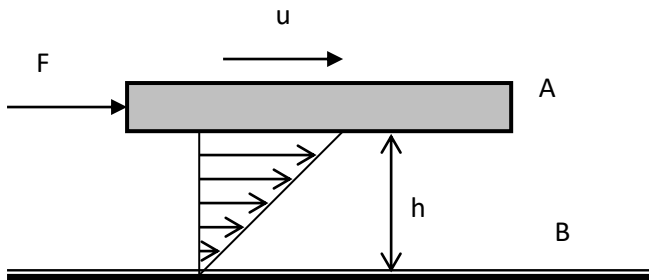
dapat berfungsi dengan baik, yaitu memperlambat keausan permukaan yang bergesekan, terutama pada beban yang besar dan pada putaran rendah. Minyak pelumas yang terlalu kental sulit mengalir melalui salurannya, sehingga menyebabkan kerugian daya mesin yang lebih besar. Sebaliknya minyak pelumas yang terlalu encer bisa menyebabkan kedua permukaan kontak langsung sehingga koefisien geseknya menjadi besar.

2. Titik tuang
Titik tuang adalah temperature minyak pelumas, pada saat minyak pelumas sulit mengalir karena minyak pelumas membentuk jaringan Kristal
3. Kelumasan
Kelumasan merupakan sifat mampu melumasi dari minyak pelumas. Minyak pelumas harus memiliki sifat kelumasan yang cukup baik, yaitu dapat membasahi seluruh permukaan logam yang bergesekan.
4. Stabilitas
Stabilitas merupakan kesetabilan susunan kimia dari minyak pelumas. Beberapa minyak pelumas pada temperature tinggi akan berubah susunan kimianya sehingga terjadilah endapan yang menyebabkan cincin torak melekat pada alurnya
5. Indeks kekentalan / viskositas index
Kekentalan minyak pelumas berubah-ubah menurut perubahan temperature, semakin tinggi temperature kekentalan akan menurun. Minyak pelumas yang baik adalah minyak pelumas yang tidak banyak berubah viskositasnya ketika temperaturnya berubah, sehingga dapat berfungsi sebagaimana mestinya, baik dalam keadaan dingin, pada waktu mesin mulai berputar (start) maupun dalam keadaan panas, pada saat mesin bekerja

2.3 Karakteristik Pelumas

2.3.1 Viskositas Pelumas dan Unit Viskositas

Dalam pembahasan tentang teori dan system pelumasan, salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah adanya efek dari dalam minyak pelumas itu sendiri yang disebut viskositas yang dapat didefinisikan sebagai : "*effect of the internal resistance of fluid lubrication*".



Gambar 2.1. Teori viskositas pada suatu fluida (Deutschman, 1995 : 409)

Untuk menerangkan hal ini dilakukan dengan analisis yang menggunakan suatu cairan minyak pelumas yang ditempatkan diantara dua bidang A dan B. Bidang A didorong dengan gaya F sehingga bidang A bergerak dengan kecepatan u , bidang A tidak slip terhadap minyak pelumasnya, tetapi lapisan pelumas yang menempel pada bidang B ikut bergerak dengan kecepatan yang sama (u), sedangkan lapisan minyak pelumas yang menempel pada bidang B mempunyai kecepatan nol. Akibat gerakan-gerakan pada bagian pelumasnya, maka terjadilah gesekan-gesekan diantara molekul-molekul minyak pelumas.

Sesuai dengan Hukum Newton, tegangan geser (τ) berbanding lurus dengan viskositas (μ) dan perubahan kecepatan (du), secara matematis dapat ditulis : (Deutschman, 1995 : 410)

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad \text{dan} \quad \frac{du}{dy} = \frac{U}{h} \quad (2-1)$$

$$\tau = \frac{F}{A}$$

dimana A = luas penampang bidang A , sehingga :

$$\frac{F}{A} = \mu \frac{U}{h} \quad \text{atau} \quad F = \mu \frac{A.U}{h}$$

$$\mu = \frac{F.h}{A.U} \quad (2-2)$$

dimana : h = tebal lapisan minyak pelumas

Untuk menentukan unit atau satuan viskositas dapat menggunakan persamaan (2-2).

1. Satuan British (English System)

$$\mu = \frac{F.h}{A.U} = \frac{(lbf).(in)}{(in)^2 \cdot \left(\frac{in}{sec}\right)} = \frac{lbf \cdot sec}{in^2} = reyn$$

2. Sistem Internasional (International System)

$$\mu = \frac{F.h}{A.U} = \frac{(dyne).(cm)}{(cm)^2 \cdot \left(\frac{cm}{sec}\right)} = \frac{dyne \cdot sec}{cm^2} = poise$$

$$\mu = \frac{F.h}{AU} = \frac{(dyne).(cm)}{(cm)^2 \cdot \left(\frac{cm}{sec}\right)} = \frac{dyne.sec}{cm^2} = poise$$

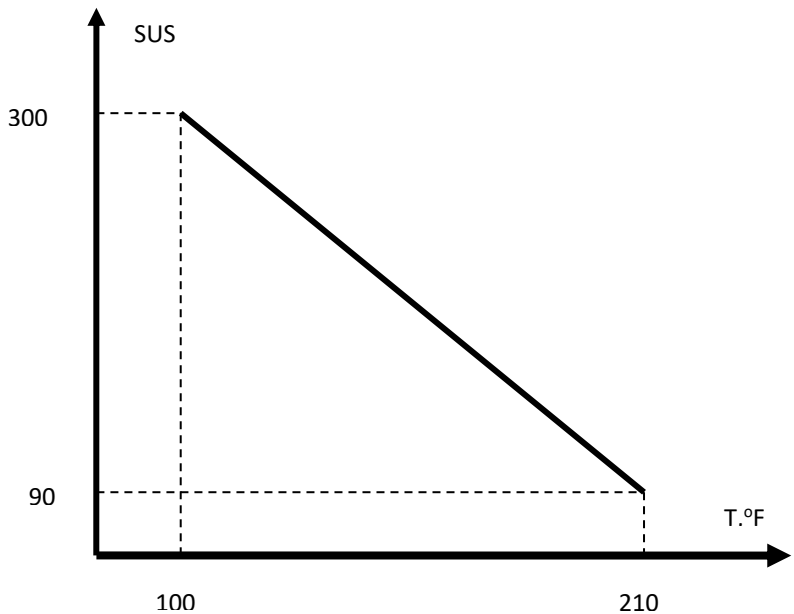
Satuan “reyn” biasa dikenal dengan satuan Reynold sesuai dengan nama penemunya. Demikian juga dengan ”poise” , satuan ini ditemukan oleh ahli Fisika Perancis yang bernama Poisenille. Konversi dari kedua satuan tersebut adalah :

$$1 \text{ reyn} = 6,9 \times 10^6 \text{ poise}$$

$$1 \text{ poise} = 100 \text{ cp atau (centi poise)}$$

Viskositas pada suatu minyak pelumas akan dapat menurun viskositasnya dengan terjadinya kenaikan temperatur, karena melemahnya ikatan molekul-molekul fluida. Viskositas dari minyak pelumas pun menjadi bervariasi dengan adanya perubahan temperatur. Oleh karena itu dalam kaitannya dengan berubahnya nilai viskositas, dikenal dengan istilah index viskositas yang bisa digunakan untuk mengetahui apakah minyak pelumas tersebut mudah atau tidak dipengaruhi oleh temperatur.

Kenaikan suhu atau penurunan tekanan akan berakibat melemahkan ikatan molekul *fluida* serta menurunkan viskositasnya. Viskositas dari semua jenis cairan akan menurun dengan naiknya suhu. Ini jelas terlihat pada minyak pelumas yang berasal dari minyak bumi, sebagai contoh dapat ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.2. Grafik Perubahan *viskositas* kinematik akibat kenaikan suhu dari suatu minyak pelumas.

Pada suhu 100 °F nilai viskositasnya 300 SUS, setelah temperaturnya naik menjadi 210 °F maka viskositasnya menurun menjadi 90 SUS.

2.3.2 Pengukuran Viskositas

Salah satu cara atau metode untuk mengukur dan menghitung viskositas minyak pelumas adalah dengan menggunakan peralatan yang disebut “The Saybolt Universal Viscometer”. Hasil pengukuran dan perhitungan viskositas dengan alat ini, sampai sekarang menjadi standar unit dari viskositas pelumas dan dikenal dengan “Saybolt Universal Second” (SUS). Persamaan untuk menentukan viskositas

dalam SUS ini adalah sebagai berikut : (Deutschman, 1995 : 414)

$$\mu = SG_t \left(0,22.S - \frac{180}{S} \right) \quad (2-3)$$

$$SG_t = SG_{60} - 0,00035(t - 60) \quad (2-4)$$

dimana : μ = viskositas absolut pada temperatur $t^\circ\text{F}$ dalam satuan centipoise (cp)

SG_t = Specific Gravity pada temperatur $t^\circ\text{F}$

SG_{60} = Specific Gravity pada temperatur 60°F

S = SUS (Saybolt Universal Second).

t = temperatur minyak pelumas pada saat dilakukan pengetesan, $^\circ\text{F}$

Disamping viskositas absolut (μ), juga dikenal viskositas kinematik (ν), merupakan viskositas absolut (μ) per satuan massa jenis (ρ).

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\frac{\text{dyne} \cdot \text{sec}}{\text{cm}^2}}{\frac{\text{dyne} \cdot \text{sec}^2}{\text{cm}^4}} = \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}} = \text{stokes}$$

(2-5)

2.3.3 Index Viskositas

Nilai viskositas sangat dipengaruhi oleh temperatur, untuk beberapa pelumas tipe gas dan udara nilai viskositasnya naik dengan adanya kenaikan temperature, sedangkan untuk pelumas cair atau fluida nilai viskositasnya turun dengan adanya kenaikan temperatur. Dengan mengetahui hal tersebut, maka untuk menjaga agar tidak terjadi penurunan viskositas

yang terlalu besar, maka kenaikan temperatur yang terlalu besar harus dihindari.

Berkaitan dengan berubahnya nilai viskositas terhadap temperatur, maka dikenal adanya istilah “Index Viskositas” (VI) , yang menyatakan kepekaan viskositas terhadap perubahan temperatur. Persamaan untuk menghitung VI adalah sebagai berikut :

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 100\% \quad (2-6)$$

dimana :

VI = Index viskositas, %

L = viskositas pelumas standar, yang mempunyai nilai VI = 0 % pada 100°F

H = viskositas pelumas standar, yang mempunyai nilai VI = 100 % pada 100°F

U = viskositas pelumas yang diukur VI – nya dengan dipanaskan 100°F

Arti nilai VI

VI = 100 %, berarti minyak pelumas yang mempunyai perubahan viskositas yang kecil dengan terjadinya kenaikan temperatur.

VI = 0 %, berarti minyak pelumas yang mempunyai perubahan viskositas yang besar dengan terjadinya kenaikan temperatur

2.4 Penggunaan Minyak Pelumas pada Motor Bensin

Ditinjau dari kegunaan pelumasan di dalam kendaraan bermesin bensin ini ada empat tugas pokok dari minyak pelumas yang harus dihadapi. Tugas-tugas tersebut antara lain :

1. Sebagai pelumas mesin.

2. Berperan sebagai perambat panas.
3. Sebagai penyekat.
4. Menjaga agar mesin tetap bersih.

Seperti telah diketahui bagaimanapun juga unjuk kerja minyak pelumas sangat tergantung pada *viskositasnya*, disamping kemampuannya membentuk lapisan film untuk dapat bertahan terhadap kondisi suhu dan tekanan yang tinggi.

Dengan tingkat kekentalan yang disesuaikan dengan volume maupun kebutuhan mesin. Maka semakin kental oli, tingkat kebocoran akan semakin kecil, namun di sisi lain mengakibatkan bertambahnya beban kerja bagi pompa oli. Oleh karena itu , peruntukan bagi mesin kendaraan baru direkomendasikan untuk menggunakan oli dengan tingkat kekentalan SAE 10w sebab seluruh komponen mesin baru memiliki celah dinding yang sangat kecil, sehingga akan sulit dimasuki oleh oli yang memiliki kekentalan tinggi

Tingkat kekentalan oli disebut Viscosity Grade, yaitu ukuran kekentalan dan kemampuan oli untuk mengalir pada tempratur tertentu menjadi prioritas terpenting dalam memilih oli. Kode pengenalan oli adalah berupa huruf SAE (Society of Automotive Engineers). Angka yang mengikuti di belakangnya, menunjukkan tingkat kekentalan oli tersebut. Misalnya oli yang bertuliskan SAE 10W-30, berarti oli tersebut memiliki tingkat kekentalan SAE 10 untuk kondisi suhu dingin dan SAE 30 pada kondisi suhu panas. (Wijaya, R. Indra, 2005).

Semakin besar angka yang mengikuti kode oli menandakan semakin kentalnya oli tersebut. Sedangkan huruf W yang terdapat di belakang angka awal, merupakan singkatan dari winter. Dengan kondisi seperti ini, oli akan memberikan perlindungan optimal saat mesin start pada kondisi ekstrim sekalipun. Sementara itu dalam

kondisi panas normal, idealnya oli akan bekerja pada kisaran angka kekentalan 30 menurut standar SAE

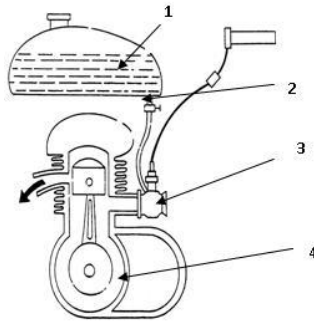
2.5 Cara – cara Pelumasan

Sistem pelumasan yang biasa dipergunakan pada motor bensin adalah sistem penekanan penuh yaitu minyak pelumas harus dapat mencapai seluruh bagian yang hendak dilumasi serta harus dapat memenuhi tugasnya dengan baik, secara umum sistem pelumasan yang dipakai bergantung pada konstruksi mesin dan kebutuhan akan pelumasan. Secara garis besar pelumasan dapat dikelompokkan menjadi :

2.5.1 Sistem Pelumasan Campur (Mix)

Sistem pelumasan campur adalah salah satu sistem pelumasan mesin dengan cara mencampur langsung minyak pelumas (oli campur/samping) dengan bahan bakar (bensin) sehingga antara minyak pelumas dan bahan bakar bercampur di tangki bahan bakar. Sifat-sifat sistem pelumasan campur :

- Tangki bahan bakar berada diatas mesin/ lebih tinggi dari mesin (pengaliran bahan bakar dengan gaya gravitasi).
- Sistem pelumasan jenis oli yang paling sederhana
- Pemakaian oli boros, timbul polusi udara tinggi
- Dipergunakan pada motor 2 Tak dengan kapasitas kecil.
- Menggunakan oli khusus 2 Tak yang bersifat mencampur baik dengan bensin dengan campuran 2% – 4% oli samping.



Gambar 2.3 Sistem pelumasan campur

Keterangan :

1. Campuran bensin dan oli samping
2. Kran bensin
3. Karburator
4. Ruang engkol

Cara kerja :

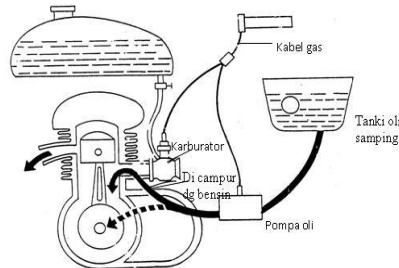
Pada saat kran bensin (2) dibuka, maka campuran bensin dan oli samping (1) akan mengalir menuju karburator (3) di karburator bensin, oli samping dan udara bercampur membentuk campuran yang homogen dan masuk kedalam ruang engkol dan selanjutnya campuran bensin dan oli samping akan melumasi bagian mesin yang berada di ruang engkol dan dinding silinder

Contoh kendaraan/mesin yang menggunakan sistem pelumasan jenis ini adalah motor stasioner, vespa.

2.5.2 Sistem Pelumasan Autolube

Sistem pelumasan autolube, oli samping/campur masuk kedalam ruang engkol dipompakan oleh pompa oli. Sehingga penggunaan oli samping/campur ini lebih efektif sesuai kebutuhan mesin. Sistem pelumasan ini

digunakan pada mesin 2 tak. Oli samping/campur yang masuk ke dalam ruang engkol tergantung dari jumlah putaran dan pembukaan katup masuk (Reet Valve).



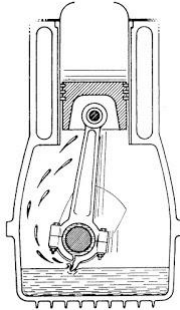
Gambar 2.4 Sistem Pelumasan Autolube

Cara kerja:

Saat mesin hidup handle gas ditarik, maka bensin mengalir ke karburator, seiring dengan tarikan handle gas, pompa oli berputar yang menyebabkan oli samping/campur ditangki terhisap dan ditekan menuju ruang engkol melalui saluran dibelakang karburator. Bensin dan oli samping/campur menjadi satu di belakang karburator yang selanjutnya masuk kedalam ruang engkol dan melumasi bagian-bagian yang bergerak.

2.5.3 Sistem Pelumasan Percik

Sistem pelumasan percik adalah sistem pelumasan dengan memanfaatkan gerakan dari bagian yang bergerak untuk memercikan minyak pelumas ke bagian-bagian yang memerlukan pelumasan, misal: poros engkol berputar sambil memercikan minyak pelumas untuk melumasi dinding silinder. Sistem pelumasan ini biasanya digunakan pada mesin dengan katup samping (side valve) dan kapasitas k



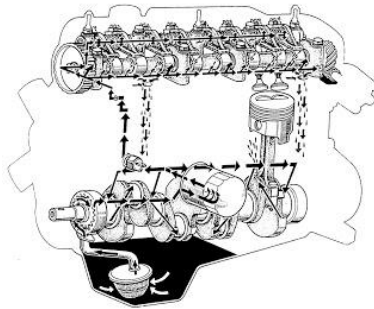
Gambar 2.5 Sistem Pelumas Percik

Cara kerja :

Saat mesin hidup, poros engkol berputar, bagian poros engkol yang menyerupai sendok membawa minyak pelumas dan akhirnya minyak pelumas memercik ke atas melumasi dinding silinder.

2.5.4 Sistem Pelumasan Tekan.

Minyak pelumas di dalam karter dihisap dan ditekan ke dalam bagian-bagian yang dilumasi dengan menggunakan pompa oli. Sistem pelumasan ini sangat cocok untuk melumasi bagian-bagian mesin yang sangat presisi. Aliran minyak pelumas tergantung pada jumlah putaran mesin, hal ini dikarenakan pompa oli diputar oleh mesin. Sistem pelumasan ini digunakan pada mesin 4 tak dan memiliki kelebihan pelumasan merata dan teratur. Minyak pelumas yang telah melumasi bagian-bagian mesin akan kembali ke karter kembali.



Gambar 2.6 Sistem Pelumas Tekan

Cara kerja :

Minyak pelumas di karter dihisap dan ditekan oleh pompa oli melalui strainer dan dipompakan menuju bagian-bagian yang dilumasi yang sebelumnya disaring oleh filter oli. Minyak pelumas yang telah melumasi bagian-bagian yang dilumasi akan kembali ke karter.

2.6 Jenis – Jenis Minyak Pelumas

2.6.1 Oli Mineral

Sebagian besar pelumas cair yang beredar di pasaran dan paling banyak penggunaannya terbuat dari bahan dasar minyak bumi. Oleh karena itulah sering kali kita menyebutnya sebagai Pelumas mineral, yakni Pelumas yang berbahan dasar dari minyak bumi hasil tambang (mining) yang dicampur dengan bahan *additive*. Oli mineral dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu Paraffinic, Naphtenic, dan Aromatic.

Oli Paraffinic (parafin) diproduksi melalui proses pemecahan molekul hidrokarbon minyak bumi atau biasa

dikenal dengan hydrocracking. Oli parafin memiliki kestabilan viskositas dan tahan terhadap oksidasi. Oli ini memiliki titik temperatur bakar tinggi serta titik temperatur alir (*pour point*) tinggi.

Oli Naphtenic diproduksi dari minyak bumi melalui proses distilasi atau penyulingan. oli tipe ini memiliki tingkat viskositas rendah, titik bakar rendah (mudah terbakar), titik alir rendah, serta ketahanan terhadap oksidasi yang relatif rendah.

Aromatic oil merupakan hasil dari proses pemurnian lebih lanjut dari oli parafin. sehingga oli aromatik memiliki titik bakar lebih tinggi.

Oli mineral memiliki keterbatasan yakni kurangnya ketahanan terhadap temperatur kerja tinggi. *Aromatic oil* memang memiliki ketahanan terhadap temperatur tinggi, akan tetapi tingkat kekentalannya terlalu besar sehingga tidak mudah digunakan sebagai pelumas mesin. Solusi dari kelemahan tersebut adalah dibuatnya oli melalui proses sintesa sehingga didapatkan oli dengan spesifikasi terbaik sesuai dengan yang dibutuhkan. Pelumas jenis ini biasa kita kenal sebagai oli sintetis.

Beberapa keunggulan pelumas mineral antara lain :

- a. Memiliki kekentalan yang sangat stabil pada temperature rendah dan tinggi.
- b. Tidak menyebabkan slip pada kopling.
- c. Tidak mudah teroksidasi dan terdegradasi oleh radiasi panas dari mesin.
- d. Menjaga kebersihan mesin, serta mencegah terbentuknya deposit pada piston.
- e. Melindungi secara optimal mesin dari korosi dan menjaga komponen mesin dari keausan.

- f. Mampu meningkatkan akselerasi.
- g. Komponen vital motor utamanya kopling dan rangkaian gear pada transmisi lebih awet dan tahan lama.

2.6.2 Oli Sintetis

Oli sintetis dibuat dari hidrokarbon yang telah mengalami proses khusus. Khusus yang dimaksud adalah bahwa pelumas ini dibuat tidak hanya sama dengan pelumas mineral akan tetapi melebihi kemampuan pelumas mineral. Melalui proses kimia dihasilkan molekul baru yang memiliki stabilitas termal, oksidasi dan kinerja yang optimal. Sehingga harga oli sintetis lebih mahal daripada pelumas mineral. Pelumas sintetis memiliki beberapa tipe yang diklasifikasikan berdasarkan perbedaan karakteristiknya, diantaranya :

Polyalphaolefins (PAO). PAO diproduksi melalui proses polimerisasi molekul hidrokarbon dari gas etilen dengan menggunakan katalisator logam.

Polyglycols (PAG). PAG diproduksi dari proses oksidasi etilena dan propilena. Hasil oksidan selanjutnya dipolimerisasi untuk membentuk polyglycol. Oli jenis ini bersifat larut di dalam air, memiliki koefisien gesekan rendah, serta tahan terhadap tekanan kerja tinggi sekalipun tidak ditambahkan aditif tekanan tinggi.

Oli Ester. Tipe oli sintetis berikut diproduksi dengan mereaksikan asam dan alkohol dengan air. Karakter oli ester adalah ketahannya terhadap temperatur tinggi dan rendah.

Beberapa kelebihan pelumas sintetis antara lain :

- a. Umur pemakaianya lebih lama karena meningkatkan stabilitas thermal (VI tinggi) dan tahan oksidasi.

- b. Oli yang digunakan lebih sedikit, pemakaian filter awet, mengurangi pengeluaran.
- c. Mengurangi konsumsi oli karena volatilitasnya lebih rendah dan densitas lebih tinggi.
- d. Mempunyai spesifikasi yang dibutuhkan pemakai.
- e. Pengoperasiannya lebih aman karena flash pointnya lebih tinggi. Sehingga ongkos perawatan lebih rendah, penggantian spare part lebih sedikit.
- f. Sifat-sifatnya dapat diprediksi karena karakteristik produknya uniform.

2.6.3 Oli Semi Sintetis

Perpaduan antara oli mineral dengan oli sintetis biasa disebut dengan oli semi-sintetis. Dengan campuran maksimal sebanyak 30% oli sintetis, diharapkan akan didapatkan pelumas dengan kualitas tidak jauh berbeda dengan oli murni sintetis, namun dengan harga yang lebih terjangkau.

2.7 Standarisasi Minyak Pelumas

2.7.1 SAE (Society of Automotive Engineers).

SAE ini adalah range tingkat kekentalan suatu pelumas seperti contoh: AE 10w-40 ini menandakan produk ini range kinerja kekentalan pada keadaan dingin sampai panas adalah 10 sampai 40. Ada juga yang hanya menunjukkan satu range/grade saja contoh SAE 20. Kalo yang menggunakan range 2bh seperti SAE 20w-50 disebut oli multigrade. Kalo huruf w pada 10w adalah singkatan winter yang menunjukkan tingkat kekentalan 10 bahkan pada saat winter. Ada juga produk yang tanpa ada simbol w, Misalnya SAE 20-50, maka produk SAE 20w-50 lebih baik dari SAE 20-50 dilihat dari range kekentalan range suhu

yg berbeda. semakin besar angka SAE berarti semakin kental produk tsb. Seperti SAE 10w-40 lebih encer dari SAE 20w-40. SAE 10w-40 ini menandakan produk ini range kinerja kekentalan pada keadaan dingin sampai panas adalah 10 sampai 40. Ada juga yang hanya menunjukan satu range/grade saja contoh SAE 20. kalo yang menggunakan range 2bh seperti SAE 20w-50 disebut oli multigrade. Kalo huruf w pada 10w adalah singkatan winter yang menunjukan tingkat kekentalan 10 bahkan pada saat winter. Ada juga produk yang tanpa ada simbol w , Misalnya SAE 20-50 , maka produk SAE 20w-50 lebih baik dari SAE 20-50 dilihat dari range kekentalan range suhu yg berbeda. semakin besar angka SAE berarti semakin kental produk tsb. Seperti SAE 10w-40 lebih encer dari SAE 20w-40

2.7.2 API (American Petroleum Institute)

adalah suatu grade yang didapat dari lembaga independent yang menentukan sejauh mana kualitas produk pelumas tersebut tentunya dengan seleksi yang ketat. Contoh : API SL. ini menunjukan produk tersebut ditujukan untuk mesin berbahan bakar bensin karena huruf S pada SL , singkatan dari spark (Busi) sedangkan untuk mesin diesel ditunjukan dengan huruf C (compression) seperti API CG dll. Sedangkan Huruf L pada SL menunjukan kualitas produk tsb. semakin mendekati huruf Z maka semakin baik produk tsb. Contoh produk API SL lebih baik secara kualitas dari produk API SF. Sampai saat ini grade tertinggi pada pelumas didunia adalah API SM. Dan perkembangan teknologi akan terus memicu peningkatan kualitas grade API tsb. Tapi API bukan satu2nya lembaga yang mengeluarkan grade tsb. ada juga ILSAC (International Lubricants Standarization & Approval Commitee) seperti contoh ILSAC GF-2.

Dan sampai saat ini yang tertinggi adalah ILSAC GF-4. Dan masih banyak lagi seperti JASO (Japan Automotive Standard Association) , ACEA (Association Des Constructeurs Europeens d'Automobiles), DIN (Deutsche Industrie Norm).

2.7.3 ISO (International Standards Organization)

bermarkas di Eropa Mengatur standar untuk banyak hal. Aq bahas yang standar untuk oli samping aja. Ada 3 spesifikasi:

1. ISO-L-EGB ---> memiliki persyaratan yang sama dg JASO FB
2. ISO-L-EGC ---> memiliki persyaratan yang sama dg JASO FC, di atas ISO-L-EGB
3. ISO-L-EGD ---> memiliki persyaratan yang sama dg JASO FD, di atas ISO-L-EGC

2.7.4 JASO (Japanese Automobile Standards Organization)

JASO mengatur standar oli untuk mesin bensin 4 langkah, mesin diesel dan mesin bensin 2 langkah dan mesin bensin 4 langkah

2.8 Pengaruh Suhu terhadap *Viskositas* Minyak Pelumas

Pengujian minyak pelumas dilakukan pada temperatur 40°C dan 100°C . Pada umumnya pengaruh suhu terhadap perubahan nilai *viskositas* sangatlah besar, dikarenakan melemahnya ikatan-ikatan molekul pada minyak pelumas itu sendiri, ketika suhunya naik, ikatan-ikatan molekul melemah sehingga viskositasnya turun. viskositas suatu fluida terjadi karena adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul)

Pengaruh suhu juga terjadi didalam mesin sepeda motor ketika dijalankan karena adanya gesekan yang besar pada konstruksi mesinnya yang berakibat

menimbulkan panas yang tinggi dan berpengaruh terhadap perubahan *viskositas* minyak pelumas yang dipakai. Sehingga viskositas minyak pelumas turun.

2.9 Pengaruh Jarak Tempuh Terhadap Viskositas minyak Pelumas

Dengan bekerjanya mesin sepeda motor menyebabkan terjadinya gesekan secara terus menerus di dalam mesin. Hal ini mengakibatkan molekul minyak pelumas menjadi terkisis. Sehingga dengan bertambahnya jarak tempuh terkikisnya molekul pelumas semakin banyak dan membuat molekul pelumas tidak lagi dalam keadaan baik yang mengakibatkan melemahnya gaya kohesi pada minyak pelumas, sehingga viskositas akan semakin menurun dengan bertambahnya jarak tempuh. Dengan tercampurnya bahan bakar ke dalam bak oli juga mengakibatkan viskositas minyak pelumas menurun. Sehingga ketika nilai viskositasnya 50% dari viskositas minyak pelumas atau oli baru maka minyak pelumas atau oli tersebut waktunya diganti.

2.10 Parameter Utama Analisa Pelumas

Menganalisa pelumas secara langsung di lapangan (onsite) terbatas hanya pada beberapa parameter. Tetapi parameter-parameter tersebut sudah dapat memberikan data yang akurat tentang kondisi pelumas dan kelayakannya untuk penggunaan lebih lanjut. Beberapa informasi penting tentang kondisi mesin dapat juga di peroleh, tetapi tidak selengkap analisa pelumas dengan spectrometric yang umumnya ada di laboratorium.

Beberapa parameter umum dari pelumas yang di uji secara langsung di lapangan (onsite) adalah:

1. Viskositas
2. Kontaminasi Air
3. Kontaminasi Garam

4. Polutan Padat Terlarut
5. Total Acid Number (TAN)
6. Total Base Asam (TBN)

2.10.1 Viskositas

Viskositas adalah sifat dasar terpenting dari pelumas. Pelumas dengan kekentalan yang sesuai membentuk lapisan film yang kuat pada celah bantalan, meminimalkan gesekan serta kebocoran. Kekentalan pelumas mesin dapat menurun akibat kontaminasi bahan bakar ringan dan rusaknya aditif polymer. Kekentalan dapat bertambah yang di akibatkan polutan jelaga atau di akibatkan kurang maksimalnya proses kerja filtrasi dan separasi. Proses penuaan pelumas sebagai akibat oksidasi dan pengaruh panas, juga menjadikan pelumas lebih kental. Kekentalan pelumas selalu di ukur dalam dua standar suhu, 40°C dan 100°C (ASTM D 445).

2.10.2 Kontaminasi Air

Kontaminasi air dapat menimbulkan banyak permasalahan di berbagai aplikasi pelumasan, masalah korosi sangat erat kaitannya dengan polutan air. Dalam aplikasi pelumasan apa pun, polutan air dapat “menggantikan” atau mengurangi ketebalan lapisan pelumas, dan dapat pula menjadi katalis dari fasa penurunan kualitas pelumas. Hal ini merupakan masalah khusus yang di temui pada jenis pelumas sintesis berbahan dasar ester (banyak di pakai sebagai pelumas turbin) dimana sangat mudah bereaksi dengan setiap jenis polutan air. Kontaminasi air dalam bentuk emulsi dapat menaikkan kekentalan pelumas. Sering kali mengganggu kesetabilan dan merusak zat aditif pelumas. Permasalahan mulai timbul secara tersembunyi atau nyata terlihat pada semua sistim pelumasan dengan tingkat

kontaminasi air selitar 0.2%, beberapa sistim pelumasan sangat sensitive terhadap kontaminasi air.

Air adalah polutan berbahaya di berbagai aplikasi pelumasan, penyebab berbagai kerusakan serius dan mahal. Kontaminasi air pada tangki pelumas menimbulkan tumbuhnya microbiologi, timbulnya ragi, jamur serta bakteri yang akan menyumbat filter dan juga sangat korosif pada sistim bahan bakar mesin. Pada aplikasi pelumasan beban tinggi, terutama bila lapisan film pelumas sangat tipis (pelumasan roda gigi), kontaminasi air menyebabkan berkurang atau bahkan menghilangkan lapisan film pelumas. Bentuk lain kerusakan akibat air adalah timbulnya karat yang menyebar sepanjang jalur pelumas mengalir.

Terdapat banyak sumber potential masuknya air dalam sistim pelumasan:

- a) Kebocoran air dari sistim pendinginan dan pemanas dengan media uap.
- b) Kondensasi pada tangki mau pun crankcase.
- c) Blow-by dari ruang bakar mesin.
- d) Kebocoran pada pipa pernafasan tangki .
- e) Kebocoran air pendingin jaket silinder akibat seal mesin yang aus.
- f) Pencemaran saat proses penambahan pelumas.

Bahaya kontaminasi air:

- a) Menimbulkan karat pada semua komponen logam.
- b) Menimbulkan kerusakan pada bantalan (bearing).
- c) Merusak zat aditif pada pelumas.
- d) Membentuk emulsi, air+pelumas.
- e) Menimbulkan uap bertekanan pada sistim pelumasan penyebab kavitasi.

2.10.3 Kontaminasi Garam (Salt)

Polutan garam mengindikasikan kontaminasi air laut yang sangat korosif di banding air biasa. Garam akan teroksidasi dan tertinggal pada jalur pelumasan saat bereaksi dengan panas mesin. Hal ini dapat menimbulkan kerusakan mesin dan sebagai katalis proses tumbuhnya karat dan keasaman di dalam sistim pelumasan. Garam bereaksi dengan lapisan timah pada bantalan dan membentuk serbuk timah yang keras yang akan menggores permukaan poros dan bantalan itu sendiri. Bila bercampur dengan gas dan polutan lain hasil proses pembakaran BBM berat, potensi kerusakan korosi, erosi, dan penyempitan jalur pelumasan mesin. Batas maksimal untuk garam adalah 50 ppm, sebaiknya 0 ppm.

2.10.4 Polutan Padat Terlarut

Pengujian ini hanya berlaku pada jenis pelumas mesin diesel, dimana tingkat kontaminasi yang tinggi di bandingkan berbagai aplikasi dan sistim pelumasan lainnya. Terdapat pengecualian pada sejumlah aplikasi turbin gas di bidang aviasi, lazim di kenal sebagai masalah “black oil” Laboratorium mengukur jumlah polutan padat terlarut (insolubles) dengan standar ASTM D893, ini merupakan acuan praktisi industry dalam standar uji dan pengukuran.

Pengukuran insolubles dapat pula termasuk total insolubles dengan acuan IP316 yang menggunakan pelarut jenis heptane dan memiliki korelasi hasil pengukuran yang baik dengan standar ASTM D893. Pengujian lain seperti IC Photometer, memberikan indikasi karbon konten, keausan logam, abu bahan bakar yang bersifat logam dan kotoran pada udara.

Kemampuan aditif dispersan dan deterjen dari pelumas akan terpengaruh dan berkurang. Hal ini

mempercepat kecenderungan timbulnya penumpukan kotoran di daerah sekitar torak bagian atas serta bagian-bagian ring piston. Tingginya tingkat insolubles akan menaikkan keausan dan gesekan pada komponen mesin. Hal ini dapat pula terindikasi dengan naiknya jumlah konsumsi pelumas yang sangat sering di temui pada mesin-mesin dengan kondisi buruk.

2.10.5 Total Acid Number (TAN)

Total Acid Number menunjukkan kondisi oksidasi dari oil. Jika nilai TAN meningkat, menunjukkan deterioration (kerusakan) dan penurunan performance dari oil. Nilai Total Acid Number mengindikasikan berat dalam mg Potassium hydroxide (KOH) yang diperlukan untuk menetralkan asam yang terkandung dalam 1 gram oil. Untuk pengujian, dan dinyatakan sebagai mgKOH/g. Berikut adalah penyebab khusus dari oksidasi:

1. Oksidasi melalui kontak dengan air atau udara.
2. Peningkatan oksidasi karena masuknya partikel-partikel metal kedalam oil.
3. Peningkatan oksidasi akibat kenaikan temperatur kerja oil.

Jika nilai TAN diatas 7, akan mengakibatkan lapisan lead (timah) pada bearing metal mengelupas, kemudian rusak (seizure) atau menyebabkan keausan abnormal pada metal engine. Maka dari itu jika nilai TAN lebih dari 7 mg KOH/g waktunya minyak pelumas atau oli diganti.

2.10.6 Total Base Number (TBN)

Nilai TBN menunjukkan sifat alkali dari additive didalam oil. Angka TBN menyatakan jumlah basa yang dimasukkan kedalam 1 gram oil, yang diperlukan untuk

menetralkan asam, dan mengkonversikan bilangan ini ke mg potassium hydroxida (KOH). Nilai TBN dinyatakan dalam mgKOH/g . Nilai untuk oil yang baru pada umumnya adalah 6.0 – 13.0 mgKOH/g. Bila TBN turun dibawah 2.0 kinerja dari penetral asam dari oil engine hilang dan dengan cepat meningkatkan korosi pada metal dan terjadi keausan dan saat itu juga minyak pelumas atau oli waktunya diganti.. Jika nilai TAN melebihi batas maksimumnya, oil engine jangan digunakan meskipun nilai TBN masih tinggi.

2.11 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini penulis menggunakan penelitian terdahulu sebagai tolak ukur dan acuan untuk menyelesaikannya, penelitian terdahulu memudahkan penulis dalam menentukan langkah-langkah yang sistematis untuk penyusunan penelitian dari segi teori maupun konsep. Iksan (1996) menyatakan bahwa tinjauan pustaka harus mengemukakan hasil penelitian yang relevan dalam pendekatan permasalahan penelitian : teori, konsep – konsep, analisa, kesimpulan, kelemahan dan keunggulan pendekatan yang dilakukan oleh orang lain dalam penelitian, penulis harus belajar dari peneliti lain, untuk menghindari duplikasi dan pengulangan penelitian atau kesalahan yang sama seperti yang dibuat oleh peneliti sebelumnya. (Masyhuri dan Zainuddin, 2008 : 100).

Penelitian sejenis ini telah dilakukan sebelumnya, beberapa penelitian yang mendasari penelitian ini antara lain:

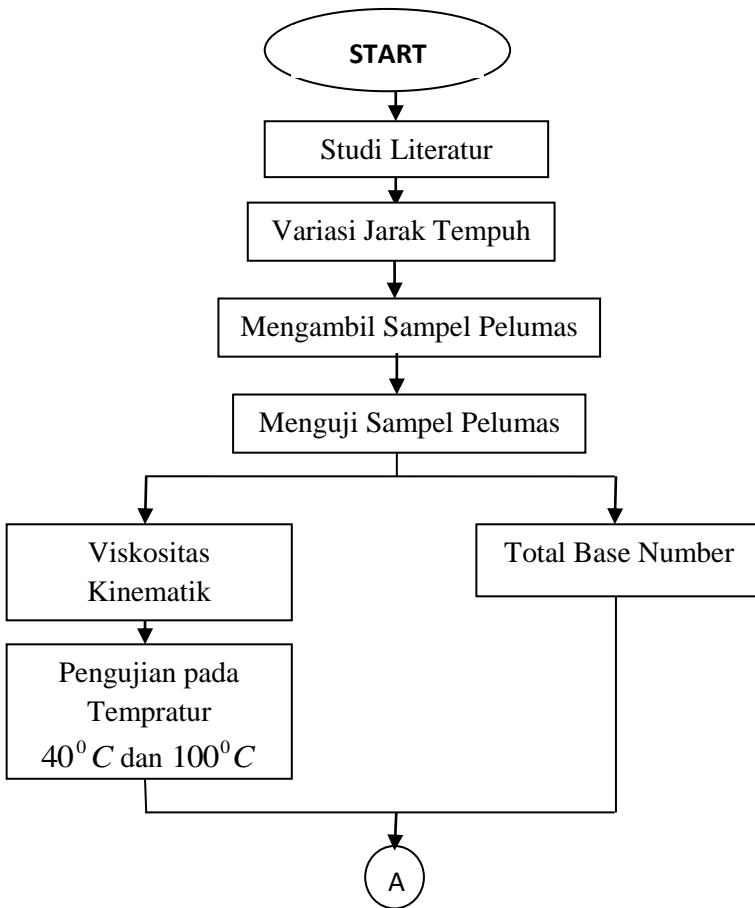
1. Pengaruh Jarak Tempuh Terhadap Viskositas Kinematik Dan Viskositas Index Oli AHM MPX 2 SAE 10W-30 Pada Sepeda Motor Honda Beat (Agung Setia Budi Kurniawan pada tahun 2017).

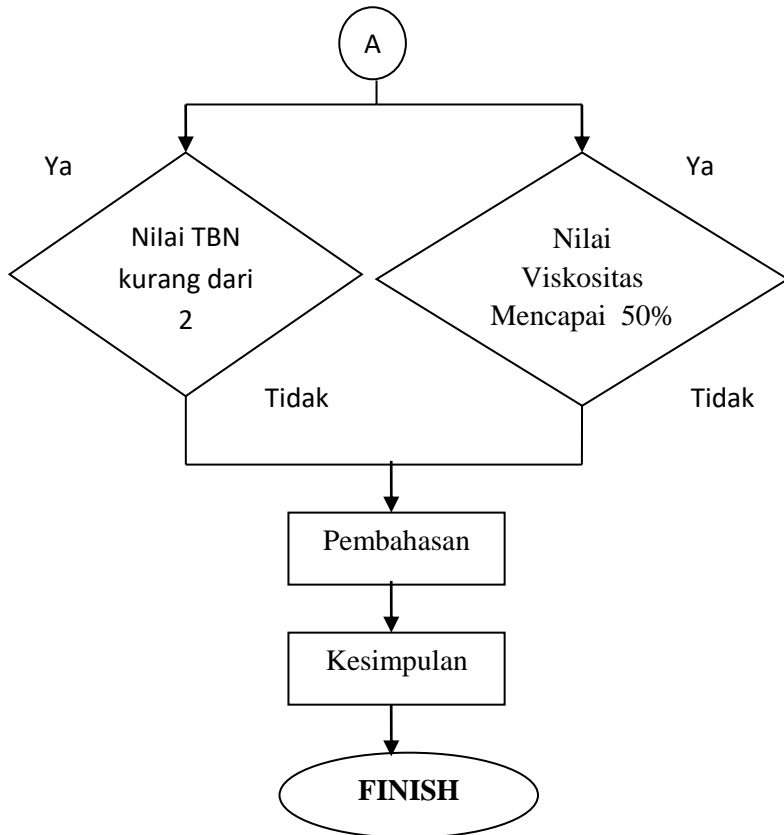
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jarak tempuh terhadap viskositas kinematik pelumas, mengetahui waktu lamanya bola jatuh, serta untuk mengetahui nilai viskositas index dari pelumas. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa Semakin panjang jarak tempuh maka nilai viskositas kinematik akan semakin turun. Pada jarak tempuh 0 km, nilai viskositas sebesar 77.55 cSt pada suhu 40° C, pada jarak tempuh 2200 km, nilai viskositas turun menjadi 57,31 cSt pada suhu 40° C, dan pada jarak tempuh 3000 km, nilai viskositasnya turun menjadi 52,89 cSt pada suhu 40°C. Untuk pengukuran viskositas menggunakan viscometer bola jatuh didapat hasil yaitu lamanya bola jatuh dari hasil perhitungan viskositas pada jarak tempuh 0 km dalam waktu 0,58 sec, sedangkan pada jarak tempuh 2200 km dalam waktu 0,41 sec, dan pada jarak 3000 dalam waktu 0,31 sec. Untuk nilai Viskositas index pelumas tidak dipengaruhi oleh temperatur dan nilainya tetap konstan pada jarak 0 km nilainya sebesar 275, pada 2200 km sebesar 276 dan pada jarak 3000 km sebesar 276. Dari penelitian ini terdapat kelemahan yaitu hasil viscometer bola jatuh yang tidak akurat dalam menentukan nilai viskositas sehingga viscometer bola jatuh sudah tidak relevan lagi untuk digunakan acuan dalam pengukuran viskositas sehingga lebih baik untuk mengukur nilai viskositas langsung diujikan di laboratorium.

BAB III METODOLOGI

Pengujian pelumas ini menggunakan alat Kinematic viscosity Bath Koehler untuk mengukur viskositas kinematik serta untuk mengukur nilai Total Base Number dengan menggunakan Mettler Toledo.

3.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir





Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Pengujian

Waktu penelitian dilakukan ini dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2017/2018 yaitu dalam pada bulan Februari hingga Juni. Tempat pelaksanaan pengujian ini dilakukan di Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat – LPPM ITS (Jl. Teknik Kimia, Gedung LPPM lt 2 & Jl Teknik Kimia Gedung Robotika lt 2 Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111)

3.3. Kerangka Pengujian

Kerangka pengujian ini merupakan langkah-langkah yang ditempuh secara berurutan dari awal hingga akhir pengujian. yang meliputi :

1. Tahap Persiapan
 - Studi pustaka untuk mendapat buku-buku dan literatur
2. Survey laboratorium
Survey laboratorium untuk mendapatkan informasi mengenai laboratorium yang bisa untuk dilakukan pengujian pada *sample* minyak pelumas.
Untuk pengujian viskositas kinematik dan total base number bertempat di Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) ITS Surabaya
3. Pemasangan minyak pelumas pada sepeda motor
Minyak pelumas dipasangkan pada sepeda motor lalu di gunakan untuk berkendara dengan variasi jarak tempuh 0 km, 2500 km, dan 3500 km.
4. Pengambilan *sample* minyak pelumas
Mengambil *sample* minyak pelumas untuk dilakukan pengujian dimana untuk pengujian viskositas kinematik *sample* minyak pelumas yang diuji adalah minyak pelumas dengan variasi jarak tempuh 0 km, 2500 km, 3000 km, sedangkan untuk pengujian *Total Base Number sample* yang diuji adalah minyak pelumas baru 0 km , 2500 km dan variasi jarak tempuh 3000 km.
5. Pengujian *sample* minyak pelumas di laboratotium.
6. Mengambil data hasil pengujian *sample* minyak pelumas

3.4. Alat dan Bahan Pengujian

Untuk mempersiapkan percobaan ini maka terlebih dahulu mempersiapkan peralatan uji yang nantinya digunakan sebagai media pengambilan data, yang terdiri dari beberapa alat yaitu :

1. Minyak pelumas FEDERAL OIL ULTRATEC SAE 20W-50 (800 ml):
Minyak Pelumas yang akan diukur viskositas dan total base number nya



Gambar 3.2 Minyak Pelumas Federal Oil Ultratec

2. Sampel Minyak Melumas
Sampel ini merupakan minyak pelumasan yang sudah digunakan dengan variasi jarak



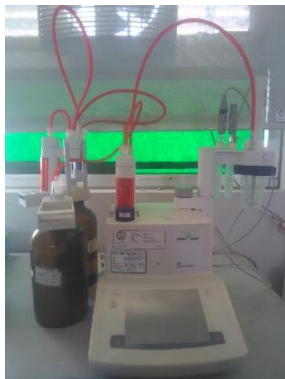
Gambar 3.3 Wadah Sampel

3. Koehler Kinematic Viscosity Bath :
Digunakan untuk mengukur viskositas kinematik dari sampel minyak pelumas



Gambar 3.4 Bath Koehler

4. Mettler Toledo
Digunakan untuk mengukur total base number dari sampel minyak pelumas



Gambar 3.5 Mettler Toledo

5. Pipa Kapiler

Digunakan untuk mengambil sampel yang akan diuji



Gambar 3.6 Pipa Kapiler

6. Spuit Injeksi

Digunakan untuk mengambil sampel minyak pelumas yang ada di dalam mesin sepeda motor



Gambar 3.7 Spuit Injeksi

3.5 Prosedur Pengujian

3.5.1 Prosedur Pengoperasian Alat Viskometer Bath Kohler

- Masukkan sample yang akan di analisis ke dalam pipa viskometer
- Rangkaikan pipa ke dalam Viskometer bath
- Tekan power 'ON'
- Setting suhu yang akan digunakan

3.5.2 Pengujian Total Base Number

a) Cara kerja alat mettler Toledo

Dalam menggunakan alat mettler Toledo dengan tujuan analisis hanya mengukur pH, maka cukup dengan elektroda yang mendeteksi beda potensial dari sampel saja. Jika tujuan analisis adalah mengukur kandungan suatu zat yang ada di dalam sampel, maka dilakukan titrasi sampai titik pH yang telah diatur sebelumnya. Jadi misal akan melakukan analisis kadar zat x dalam sampel yang tergolong netral menggunakan mettler Toledo dengan titik pH akhir adalah 4 (menurut zat yang akan kita analisis) maka alat tersebut akan melakukan titrasi dengan menggunakan titran asam sampai pH sampel tadi menjadi pH 4, lalu titran akan berhenti mengalir, volume titran yang digunakan ke sampel akan menjadi acuan perhitungan seberapa banyak kandungan zat x yang ada di dalam sampel tadi.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Sebenarnya besarnya viskositas dapat dihitung dengan menggunakan prinsip viskositas bola jatuh. Namun dalam praktiknya untuk mengukur waktu yang diperlukan bola dari posisi awal sampai akhir pada pipa transparan (lamanya bola jatuh) sangat sulit dengan menggunakan panca indra karena sangat singkat atau terlalu cepat. Oleh karena itu besarnya viskositas dapat diketahui dari pengujian alat Viskosmeter kinematik bath kohler. Dari pengujian viskositas kinematik yang telah dilakukan pada minyak pelumas Federal Oil Ultratec SAE 20W-50 dengan temperatur 40°C dan 100°C didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Viskositas Kinematik

| Jarak Tempuh (km) | Temperatur (°C) | Viskositas kinematik |
|---------------------|-----------------|----------------------|
| 0 km | 40 °C | 154,02 cSt |
| | 100 °C | 17,03 cSt |
| 2500 km | 40 °C | 103,42 cSt |
| | 100 °C | 13,12 cSt |
| 3000 km | 40 °C | 90,36 cSt |
| | 100 °C | 11,22 cSt |

4.1.1 Perhitungan Viskositas Kinematik

Viskositas kinematik minyak pelumas Federal oil dianggap tidak layak pakai jika viskositasnya kurang dari 50 % viskositas kinematik awal berdasarkan *Automotive Engine Oil Condition Monitoring (Tribology Data Handbook*, Richard Booser) seperti yang terlampir pada lampiran 1

$$v_t = v_0 - (50 \% \times v_0)$$

$$v_t = 154,02 - (50 \% \times 154,02)$$

$$v_t = 154,02 - 77,01$$

$$v_t = 77,01 \text{ cSt}$$

Dimana :

$v = 75,01$ (kurang dari 50% viskositas awal)

v_t = viskositas kinematik akhir (cSt)

v_0 = viskositas kinematik awal (cSt)

Perhitungan Ekstrapolasi

$$\frac{s - s_1}{s_2 - s_1} = \frac{v - v_1}{v_2 - v_1}$$

$$\frac{s - 2500}{3000 - 2500} = \frac{75,01 - 103,42}{90,36 - 103,42}$$

$$\frac{s - 2500}{500} = \frac{-28,41}{-13,06}$$

$$s - 2500 = 500 \left(\frac{-28,41}{-13,06} \right)$$

$$\begin{aligned} s &= 1088 + 2500 \\ &= 3588 \text{ km} \end{aligned}$$

Dimana :

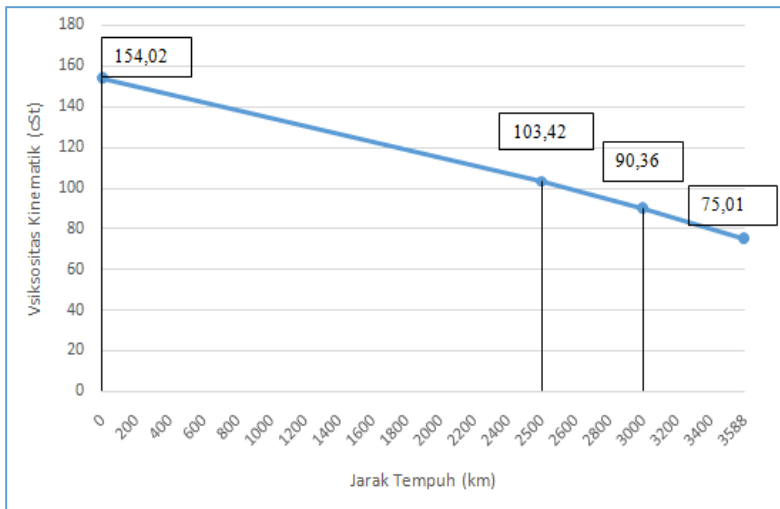
ν_1 = Viskositas kinematik jarak 2500 km (cSt)

ν_2 = viskositas kinematik jarak 3000 km (cSt)

s_1 = Jarak tempuh 2500 km

s_2 = Jarak tempuh 3000 km

s = Jarak ketika viskositas mencapai 50%



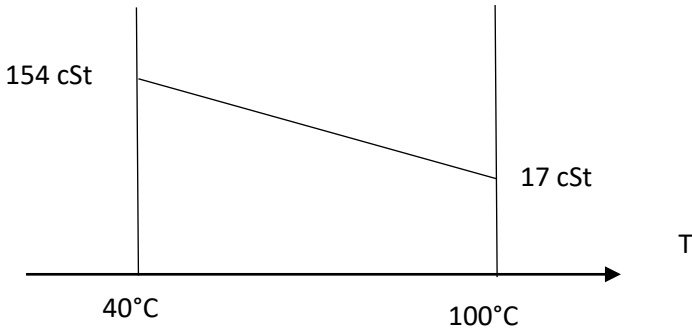
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Jarak Tempuh Terhadap Viskositas Kinematik

4.2 Viskositas Index (VI)

Dengan berubahnya nilai viskositas terhadap temperatur, maka dikenal adanya istilah “index viskositas” (VI) yang menyatakan kepekaan viskositas pada temperatur

4.2.1 Viskositas index (0 km)

Berdasarkan tabel 4.1 hubungan antara viskositas dengan temperatur dapat digambarkan seperti gambar 4.2 dibawah ini



Gambar 4.2 Viskositas index pada 0 km

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 100\%$$

dimana :

L = viskositas pelumas standar, yang mempunyai nilai VI = 0 % pada 100°F

H = viskositas pelumas standar, yang mempunyai nilai VI = 100 % pada 100°F

U = viskositas pelumas yang diukur VI – nya dengan dipanaskan 100°F

Untuk mengetahui nilai L dan H menggunakan rumus empiris, sebagai berikut ini :

$$L = 0,2160 X^2 + 12,070 X - 721,2$$

$$H = 0,0408 X^2 + 12,568 X - 475,4$$

Dimana :

X= Hasil viskositas pada temperatur 100 °C

$$L = 0,2160 \times 17,03^2 + 12,070 \times 17,03 - 721,2$$

$$= - 453,003$$

$$H = 0,0408 \times 17,03^2 + 12,568 \times 17,03 - 475,4$$

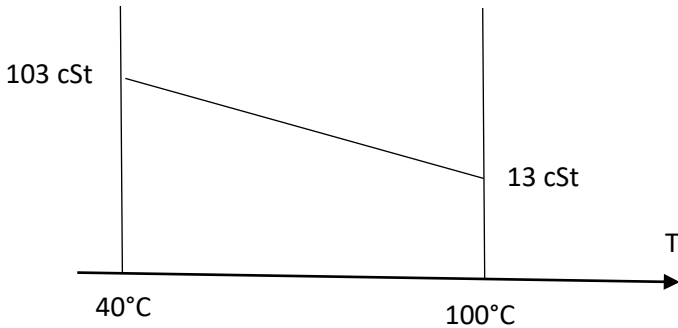
$$= - 249,534$$

$$VI = \frac{- 453,003 - 154,02}{- 453,003 - (-249,534)} \times 100\%$$

$$= 298,3 \%$$

4.2.2 Viskositas index (2500 km)

Berdasarkan tabel 4.1 hubungan antara viskositas dengan temperatur dapat digambarkan seperti gambar 4.3 dibawah ini



Gambar 4.3 Viskositas index pada 2500 km

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 100\%$$

$$L = 0,2160 \times 13,12^2 + 12,070 \times 13,12 - 721,2$$

$$= - 525,66$$

$$H = 0,0408 \times 13,12^2 + 12,568 \times 13,12 - 475,4$$

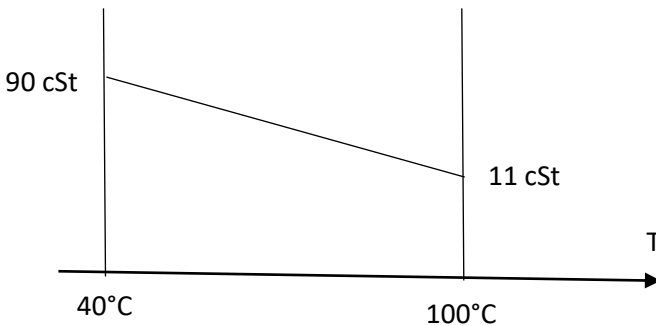
$$= 310,018$$

$$VI = \frac{-525,66 - 103,42}{-525,66 - (-310,018)} \times 100\%$$

$$= 291,7 \%$$

4.2.3 Viskositas index (3000 km)

Berdasarkan tabel 4.1 hubungan antara viskositas dengan temperatur dapat digambarkan seperti gambar 4.4 dibawah ini



Gambar 4.4 Viskositas index pada 3000 km

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 100\%$$

$$L = 0,2160 \times 11,22^2 + 12,070 \times 11,22 - 721,2$$

$$= -558.583$$

$$H = 0,0408 \times 11,22^2 + 12,568 \times 11,22 - 475,4$$

$$= -334,838$$

$$VI = \frac{-558,583 - 90,32}{-558,583 - (-334,838)} \times 100\%$$

$$= 290,01 \%$$

4.2 Tabel Hasil Perhitungan Viskositas Index

| No | Jarak Tempuh (L) km | Viskositas index |
|----|-----------------------|------------------|
| 1. | 0 km | 298% |
| 2. | 2500 km | 292% |
| 3. | 3000 km | 290% |

4.3 Total Base Number

Untuk pengujian Total Base Number pada minyak pelumas baru (0km) maupun minyak pelumas bekas (3000 km) sekitar 2,5 bulan di dapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Total Base Number

| Jenis pelumas | Masa pakai | Jarak tempuh | Nilai TBN |
|---------------|----------------|--------------|---------------|
| Pelumas baru | Belum terpakai | 0 km | 8,79 mg KOH/g |
| Pelumas Bekas | 1,5 bulan | 2500 km | 5,12 mg KOH/g |
| Pelumas bekas | 2,5 bulan | 3000 km | 4,23 mg KOH/g |

4.3. Perhitungan Total Base Number

Total Base Number minyak pelumas Federal oil dianggap tidak layak pakai jika nilainya kurang dari 2. *Automotive Engine Oil Condition Monitoring (Tribology Data Handbook*, Richard Booser) seperti yang terlampir pada lampiran 2

Perhitungan Ekstrapolasi

Asumsi: (BN) tidak layak pakai ketika nilai Total Base Number = 1,98 (kurang dari 2)

$$\frac{s - s_1}{s_2 - s_1} = \frac{BN - BN_1}{BN_2 - BN_1}$$

$$\frac{s - 2500}{3000 - 2500} = \frac{1,98 - 5,12}{4,23 - 5,12}$$

$$\frac{s - 2500}{500} = \frac{-3,14}{-0,89}$$

$$s - 2500 = 500\left(\frac{-3,14}{-0,89}\right)$$

$$\begin{aligned}s &= 1764 + 2500 \\ &= 4264 \text{ km}\end{aligned}$$

Dimana :

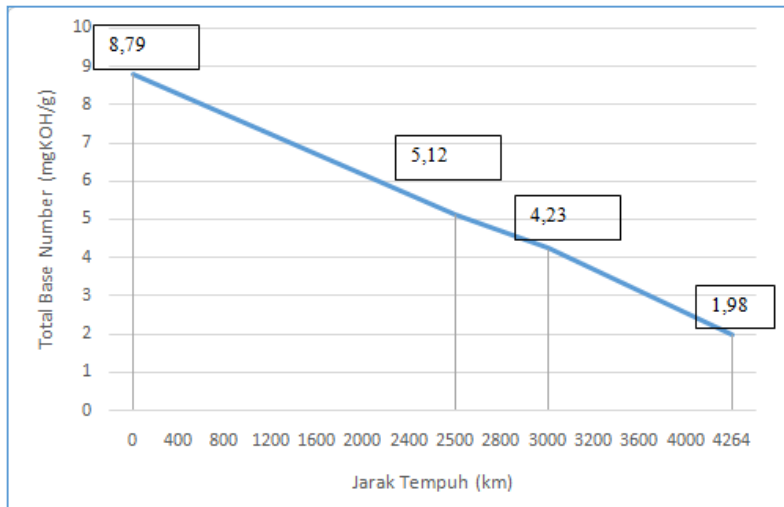
BN_1 = TBN jarak 2500 km (mgKOH/g)

BN_2 = TBN jarak 3000 km (mgKOH/g)

s_1 = Jarak tempuh 2500 km

s_2 = Jarak tempuh 3000 km

s = Jarak tempuh ketika nilai basa kurang dari 2



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Jarak Tempuh Terhadap Total Base Number

4.4 Pembahasan

Dalam pembahasan pada permasalahan yang terkait adalah tentang pengaruh jarak tempuh terhadap perubahan *viskositas* dan total base number dan kelayakan umur pakai minyak pelumas.

Pelumas tersebut harus sudah diganti ketika viskositas pelumas tersebut sudah kurang dari 50% dari viskositas minyak pelumasan yang baru atau 0 km atau nilai basanya kurang dari 2. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa pengaruh jarak tempuh terhadap viskositas kinematik oli FEDERAL OIL ULTRATEC SAE 20W-50 adalah semakin panjang jarak tempuh maka nilai viskositas kinematik akan semakin turun. Pada jarak tempuh 0 km nilai viskositasnya sebesar 154,02 cSt pada jarak tempuh 2500 km turun menjadi

114,42 dan pada jarak tempuh 3000 km nilai viskositasnya turun menjadi 90,36 cSt dan nilai basanya akan turun juga dari 8,79 mg KOH/g (0 km) menjadi 5,12 mg KOH/g (2500 km) dan 4,23 mg KOH/g (3000 km),), penurunan viskositas disebabkan karena panas operasi yaitu bertambahnya jarak tempuh atau sejalan pemakaian, panas operasi tersebut menyebabkan perubahan rantai molekul kimia minyak pelumas dimana total acid number akan mengalami kenaikan sehingga total base number akan mengalami penurunan akibat menetralkan jumlah asam yang naik, berdasarkan hasil perhitungan yang disimpulkan oleh tabel 4.2, menunjukkan bahwa viskositas indexnya turun namun tidak signifikan cenderung konstan. Dari hasil perhitungan ekstrapolasi viskositas kinematik menunjukkan bahwa umur pakai minyak pelumas ketika jarak tempuhnya mencapai 3588 km dan ekstrapolasi total base number umur pakainya ketika jarak tempuhnya mencapai 4264 km.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa pengujian dan perhitungan viskositas dan total base number minyak pelumas Federal Oil ULTRATEC SAE 20W-50 pada jarak tempuh 0 km, 2500 km, dan 3000 km yang diujikan pada sepeda motor Honda Supra X 125(4 tak) dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Umur pakai minyak pelumas dilihat dari parameter viskositas kinematiknya ketika mencapai jarak 3588km total base number ketika mencapai jarak 4264km
2. Semakin panjang jarak tempuh maka nilai viskositas kinematik akan semakin turun. Pada jarak tempuh 0 km, nilai viskositas sebesar 154,02 cSt , pada jarak tempuh 2500 km nilai viskositas turun menjadi 103,42 cSt dan pada jarak tempuh 3000 km, nilai viskositasnya turun menjadi 90,36 cSt
3. Semakin panjang jarak tempuh maka nilai basa dari minyak pelumas tersebut akan turun. Pada jarak 0 km nilai basanya 8,79 mg KOH/g pada 2500 km nilai basanya 5,12 mg KOH/g dan 4,23 mg KOH/g pada 3000 km
4. Nilai Viskositas index minyak pelumas juga mengalami penurunan namun tidak signifikan malah cenderung konstan yaitu pada 0 km nilainya 298% pada 2500 km nilainya 292% dan pada 3000 km nilainya 291%

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan dari penelitian ini saya dapat menyarankan

1. Menguji dengan parameter waktu pemakaian misal penggunaan beberapa bulan
2. Menguji dengan analisa lain seperti kontaminasi air atau garam.
3. Pengambilan sampel, volume minyak pelumas pada mesin harus sama pada setiap jarak tempuh yang akan ditentukan agar data yang diperoleh saat pengujian akan lebih valid

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

1. Setya B.K, Agung 2017. Pengaruh Jarak Tempuh Terhadap Viskositas Kinematik dan Viskositas Index Oli AHM MPX 2 SAE 10W-30 Pada Sepeda Motor Honda Beat. ITS Surabaya. Tugas Akhir.
2. Aron Deutschment, 1985 . *Machine Design Theory*, Collier Macmillan International Editor, London.
3. Booser, E.R., 1997, *Tribology Data Handbook* : An Excellent Friction, Lubrication and Wear Resource, Amerika
4. www.rider-system.net
5. Multypaste.blogspot.com/2013/01/standarisasi-jenis-oli.
6. www.astra-honda.com
7. www.federaloil.co.id

Lampiran 1 : Automotive engine oil condition monitoring for kinematic viscosity

TABLE 2
Viscosity
Analysis and
Method

| Viscosity Analysis and Method | Warning Limit or Literature Result (Ref.) | Significance of Out-of-Limits Results | Related Analysis | Comments |
|--|--|---|--|---|
| At 40°C, ASTM D 445 | Vis 40 less than half that of fresh oil has been observed without engine failure (1) | The vehicle was driven in short-trip service in a cold climate, or there was a fuel-system malfunction such that raw fuel entered engine oil. | Fuel in engine oil | A high concentration of fuel in oil may occur whenever engine oil never warms fully in short-trip service |
| At 100°C, ASTM D 445 | Vis 100 <6.5 mPa · s (2) Vis 100 increase >35% (2) or Vis 100 increase >375% (3) | Fuel is in the engine oil, or the viscosity index improver has sheared. Oil thickened due to oxidation, evaporation of lighter oil components, contamination by insolubles. Thickened oil may not provide adequate lubrication to critical engine parts. Antwear agent may be depleted. | Fuel in oil TAN, DSC, metals, soot, PIN | Check fresh-oil viscosity and insolubles content |
| High-temp, high shear, ASTM D 4741 | Vis 150 <2.9 mPa · s (4) Vis 25% below that of fresh oil (5) | Oil is thinned, possibly due to fuel in oil or shearing of VI improver. Insufficient vis may result in bearing and journal wear, low oil pressure, poor oil economy. | Fuel in oil | Other analyses: ASTM D 4624, D 4683, D 5481 |
| Low temp, ASTM D 4684, ASTM D 5293 | Oil no longer meets low temp. spec. for its SAE viscosity grade (6) | Oil may not flow sufficiently at low temperatures and could cause poor low temperature cranking. | | Other analyses: ASTM D 2602, D 2983, D 5133 |

Note: Vis = viscosity.

Lampiran 2 : Automotive engine oil condition monitoring for Total Base Number

TABLE 3

Chemical Analyses

| Analysis and Method | Warning Limit or Literature Result (Ref.) | Significance of Out-of-Limits Results | Related Analysis | Comments |
|--|--|---|--|--|
| Base no., ASTM D 2896 | TBN 0 to <2 (2,5,7,8) | Oil reserve alkalinity is depleted. | Compare TAN to TBN | Related analyses: ASTM D 664, D 974, D 4739 |
| Acid no., ASTM D 664 | Long-trip service, TAN >7 (9) | Oil is acidic and may not adequately protect engine from corrosion. <i>Note:</i> TAN >7 mg KOH/g has been observed in short-trip service without engine failure (10) | Vis increase, elevated level of insolubles | Related analysis: ASTM D 974 |
| Insolubles, ASTM D 893 | Long-trip service, PTN >1.5 to >5.0% (2,5) | Dispersancy of oil no longer adequate. Small oil passages could become blocked. Sludge deposits could form. <i>Note:</i> PTN values >8% have been observed in short-trip service without engine failure; water contributes to high PTN values under short-trip conditions (10) | Long trips: TAN, Vis 100 Short trips: Water | |
| Fuel in oil, ASTM D 322, ASTM D 3525 | Long-trip service, FDIOL >5% (3) | Gasoline in engine oil reduces oil viscosity. Fuel in oil is often accompanied by water and acids, which degrade oil. If caused by short-trip driving, reduce the oil-change interval. <i>Note:</i> >25% gasoline in oil observed in short-trip service without engine failure (10) | Viscosity, TAN, TBN, water in oil | Find cause (plugged injector, fuel system problem, short-trip service) |
| Water in oil, ASTM D 1744, ASTM D 4928 | Long-trip service, >0.1% to >0.5% (2) | Water can hydrolyze antiwear additives, may indicate excessive fuel in oil, glycol leak, short-trip driving. <i>Note:</i> >8% water observed in oil in short-trip service without engine failure (1) | Fuel in oil, glycol | |
| Glycol, ASTM D 2982, ASTM D 4291 | Conventional wisdom indicates glycol should not be in engine oil | Sometimes fresh oil or oil contaminants give a false positive test for glycol. Sometimes a glycol test indicates that no glycol is present when other measurements indicate there has been a glycol leak. A positive test for glycol suggests a coolant leak. | Water in oil, presence of typical coolant elements (B, Si, Na, Mg) | A glycol leak should be found and fixed |

Lampiran 3

Minyak pelumas Federal Oil Ultratec SAE 20W-50



Ultratec SAE 20W-50 JASO MA dengan formula special untuk mesin motor 4T transmisi manual dengan beban kerja berat

SAE : 20W-50

API/JASO : API SJ/JASO MA

Lampiran 4

Spesifikasi Honda Supra X 125

| | |
|------------------------------|--|
| Panjang X lebar X tinggi | : 1.932 x 711 x 1.092 mm |
| Jarak Sumbu Roda | : 1.258 mm |
| Jarak terendah ke tanah | : 135 mm |
| Berat kosong | : 107 kg |
| Tipe rangka | : Tulang punggung |
| Tipe suspensi depan | : Teleskopik |
| Tipe suspensi belakang | : Lengan ayun dengan sokbreker ganda |
| Ukuran ban depan | : 70/90 – 17 M/C 38P |
| Ukuran ban belakang | : 80/90 – 17 M/C 44P |
| Rem depan | : Cakram hidrolik, dengan piston tunggal |
| Rem belakang | : Cakram hidrolik, dengan piston tunggal |
| Kapasitas tangki bahan bakar | : 5,6 liter |
| Tipe mesin | : 4 langkah, SOHC |
| Diameter x langkah | : 52,4 x 57,9 mm |
| Volume langkah | : 124,8 cc |
| Perbandingan Kompresi | : 9,3 : 1 |
| Daya Maksimum | : 9,63 PS / 7.500 rpm |
| Torsi Maksimum | : 1,08 kgf.m / 5.500 rpm |
| Kapasitas Minyak Pelumas | : 0,7 liter pada penggantian periodik |
| Mesin | Kopling Otomatis |
| Gigi Transmsi | : 4 kecepatan rotari / bertautan tetap |
| Pola Pengoperan Gigi | : N-1-2-3-4-N (rotari) |
| Starter | : Pedal dan elektrik |
| Aki | : MF 12 V – 3,0 Ah |
| Busi | : ND U20EPR9, NGK CPR6EA-9 |
| Sistem Pengapian | : Full Transisterized, Battery |

Lampiran 5 : Hasil Pengujian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
 Gedung Pusat Riset, Lantai Lobby, Kampus ITS Sukoarjo - Surabaya 60111
 Telp : 031 - 5955793, Fax : 031 - 5955793, PABX : 1404, 1405
 http://www.lppm.its.ac.id

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Nama Pemilik : Gede Novantara Nugraha
 Alamat Pemilik : Teknik Mesin Industri ITS
 Nama Contoh : **Oli roda 2** Tanggal Terima : 15 Mei 2018
 Deskripsi : Bentuk : Padat/Cair/Gas Tanggal Pengujian : 24 Mei 2018
 Contoh Volume : - Tanggal Selesai : 06 Juni 2018
 Kemasan : Botol Pengujian :
 Kode Contoh : **EN-18** Jumlah Contoh : 4

Menyatakan bahwa contoh tersebut di atas telah diuji di Laboratorium Energi & Lingkungan – LPPM ITS.

| No. | Nama Contoh | Jenis Uji | Hasil | Satuan | Metode Pengujian |
|-----|-------------------------------------|---------------------------|--------|---------|-----------------------|
| 1. | <i>Federal Oil Ultratec 0 Km</i> | <i>Kinematic</i> | 154,02 | cSt | ASTM D 445-97 |
| 2. | <i>Federal Oil Ultratec 2500 Km</i> | <i>Viscosity at 40°C</i> | 103,42 | | |
| 3. | <i>Federal Oil Ultratec 0 Km</i> | <i>Kinematic</i> | 17,03 | | |
| 4. | <i>Federal Oil Ultratec 2500 Km</i> | <i>Viscosity at 100°C</i> | 13,12 | | |
| 5. | <i>Federal Oil Ultratec 0 Km</i> | <i>Total Base</i> | 8,79 | mgKOH/g | Compact titration TBN |
| 6. | <i>Federal Oil Ultratec 2500 Km</i> | <i>Number</i> | 5,12 | | |

Suhu : 25,1°C
 Humidity : 57%
 Analisis : WNN,EWY

Catatan:

- Hasil pengujian hanya berlaku dari sampel yang diuji.
- Laboratorium tidak bertanggung jawab atas kerugian pada pihak ke tiga.
- Laporan hasil pengujian hanya diperbanyak secara utuh.

Kepala Laboratorium
 Energi dan Lingkungan

Dr. Ir. Susanto, DEA
 NIP. 19620820 198903 1 004

Koordinator Teknis

Vita Yuliana, S.Si
 NIP. 1990201822404

Lampiran 6 : Hasil Pengujian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
 Gedung Pusat Riset : Lantai Lobby, Kampus ITS Sukolilo – Surabaya 60111
 Telp. : 031 – 59557793, Fax : 031 – 59557793, PABX : 1404, 1405
 http://www.lppm.its.ac.id

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Nama Pemilik : Gede Novantara Nugraha
 Alamat Pemilik : Teknik Mesin Industri ITS
 Nama Contoh : Oli roda 2
 Deskripsi : Bentuk : Padat/Cair/Gas
 Contoh : Volume : -
 Kemasan : Botol
 Kode Contoh : EN-18
 Tanggal Terima : 1 Juni 2018
 Tanggal Pengujian : 4 Juni 2018
 Tanggal Selesai Pengujian : 8 Juni 2018
 Jumlah Contoh : 2

Menyatakan bahwa contoh tersebut di atas telah diuji di Laboratorium Energi & Lingkungan – LPPM ITS.

| No. | Nama Contoh | Jenis Uji | Hasil | Satuan | Metode Pengujian |
|-----|------------------------------|------------------------------|-------|---------|-----------------------|
| 1. | Federal Oil Ultratec 3000 Km | Kinematic Viscosity at 40°C | 90,36 | cSt | ASTM D 445-97 |
| 2. | Federal Oil Ultratec 3000 Km | Kinematic Viscosity at 100°C | 11,22 | | |
| 3. | Federal Oil Ultratec 3000 Km | Total Base Number | 4,23 | mgKOH/g | Compact titration TBN |

Suhu : 25,1°C
 Humidity : 57%
 Analis : WNN,EWY

Catatan:

- Hasil pengujian hanya berlaku dari sampel yang diuji.
- Laboratorium tidak bertanggung jawab atas kerugian pada pihak ke tiga.
- Laporan hasil pengujian hanya diperbanyak secara utuh.

Kepala Laboratorium
 Energi dan Lingkungan

Dr. Ir. Susanto, DEA
 NIP. 19620820 198903 1 004

Koordinator Teknis

Vita Yuliana, S.Si
 NIP. 1990201822404

FR/LEL-ITS/7.8-01 Laporan Hasil Pengujian

Ter/Rev./TP: 2/1/30/04/2018

BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara yang dilahirkan pada tanggal 11 November 1995 di Jember. Provinsi Jawa Timur. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Tunas Harapan, SDN Anggaswangi II, SMPN 3 Sidoarjo, SMAN 3 Sidoarjo, setelah lulus dari SMAN tahun 2014, Penulis melanjutkan studi di D3 Teknik Mesin Reguler FV-ITS dalam bidang Manufaktur tahun 2015. Penulis sempat melakukan kerja praktek di PT. Asahimas Flat Glass Tbk. yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan kaca di Sidoarjo, Jawa Timur di dalam divisi maintenance selama 1 bulan

Penulis juga aktif sempat aktif dibebberapa kegiatan yang dilakukan oleh Himpunan D3 Teknik Mesin ITS, mulai dari pelatihan sebagai peserta maupun panitia. Serta mengikuti organisasi di HMDM sebagai staff ahli BSO BENGKEL dan pernah sebagai staff seni minat bakat dan wakil kepala departemen seni dan minat bakat TPKH ITS. Pelatihan yang pernah diikuti penulis : LKMM Pra-TD FTI-ITS (2015), LKMM TD IX HMDM FTI ITS (2015) dan Pelatihan karya tulis ilmiah HMDM FTI-ITS (2015).

Dalam pengerjaan tugas akhir ini penulis membutuhkan waktu pengerjaan kurang lebih 3 bulan di pendidikan di Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS khususnya, serta untuk kebermanfaat orang banyak kedepannya.

Email : gdnovantara11@gmail.com